

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-107317

(43)公開日 平成10年(1998)4月24日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

C

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-256229

(22)出願日 平成8年(1996)9月27日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 柴田 真佐知

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72)発明者 古屋 貴士

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

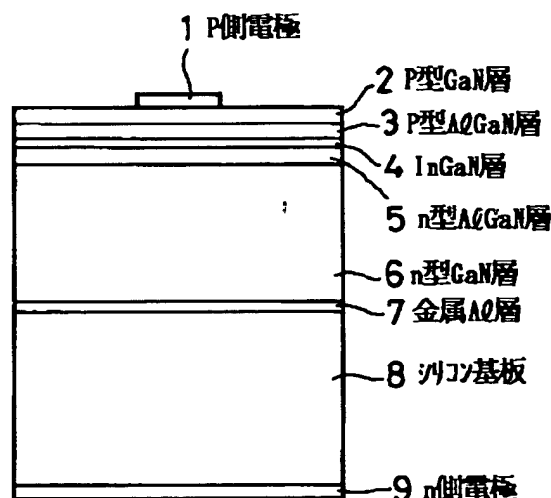
(74)代理人 齊藤士 松本 幸

(54)【発明の名称】 GaN系素子用基板及びその製造方法及びGaN系素子

(57)【要約】

【課題】基板を導電性とし、高品質なGaN系結晶を成長させることができ、構成上、基板の裏面及び表面のそれぞれにn型及びp型の電極を設けることができ、電極の配置が要する面積及び光の取り出しに支障を来すことなく、更に、劈開性に優れGaN系素子のチップ化が容易であり、特にGaN系レーザダイオード(LED)では、発光効率、光の取り出し効率の向上が図れるGaN系素子用基板を提供する。

【解決手段】この発明のGaN系素子用基板は、シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された金属アルミニウム単結晶層と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、より構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された金属アルミニウム単結晶層と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、より成るGa N系素子用基板。

【請求項2】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された表面を窒化した金属アルミニウム単結晶とより成るGa N系素子用基板。

【請求項3】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された表面を窒化した金属アルミニウム単結晶と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、より成るGa N系素子用基板。

【請求項4】前記シリコン単結晶基板は、Si {111}基板であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のGa N系素子用基板。

【請求項5】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された表面を窒化した金属アルミニウム単結晶と、前記金属アルミニウム単結晶の表面に低温で成長されたAl N又はGa Nより成るバッファ層と、前記バッファ層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、より成るGa N系素子用基板。

【請求項6】前記シリコン単結晶基板は、Si {111}基板であることを特徴とする請求項5に記載のGa N系素子用基板。

【請求項7】シリコン単結晶基板上に金属アルミニウム単結晶層を堆積する工程と、前記堆積された金属アルミニウム単結晶層を400℃以上であって前記金属アルミニウム単結晶層が融解しない温度の範囲内で加熱する工程と、前記加熱工程後に前記金属アルミニウム単結晶層の表面を窒化する工程と、より成るGa N系素子用基板の製造方法。

【請求項8】シリコン単結晶基板上に金属アルミニウム単結晶層を堆積する工程と、前記堆積された金属アルミニウム単結晶層を400℃以上であって前記金属アルミニウム単結晶層が融解しない温度の範囲内で加熱する工程と、前記加熱工程後に前記金属アルミニウム単結晶層の表面を窒化する工程と、前記窒化された前記金属アルミニウム単結晶層の表面上に、 $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層を成長させる工程と、より成るGa N系素子用基板の製造方法。

【請求項9】シリコン単結晶基板上に金属アルミニウム単結晶層を400℃以上であって前記金属アルミニウム単結晶層が融解しない温度の範囲内で加熱しながら堆積する工程と、前記堆積された前記金属アルミニウム単結

晶層の表面を窒化する工程と、前記窒化された前記金属アルミニウム単結晶層の表面上に、 $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層を成長させる工程と、より成るGa N系素子用基板の製造方法。

【請求項10】シリコン単結晶基板上に金属アルミニウム単結晶層を堆積する工程と、前記堆積された金属アルミニウム単結晶層を400℃以上であって前記金属アルミニウム単結晶層が融解しない温度の範囲内で加熱する工程と、前記金属アルミニウム単結晶層の表面上に、 $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層を成長させる工程と、より成るGa N系素子用基板の製造方法。

【請求項11】前記シリコン単結晶基板は、Si {111}基板であることを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載のGa N系素子用基板の製造方法。

【請求項12】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された金属アルミニウム単結晶層と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、前記シリコン単結晶基板及び前記Ga N単結晶層にそれぞれ形成される電極と、より成るGa N系素子。

【請求項13】シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された表面を窒化した金属アルミニウム単結晶と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長した $Al_x In_y Ga_{(1-x-y)} N$  (但し $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y < 1$ 、 $0 \leq (x+y) < 1$ )で表される単結晶層と、前記シリコン単結晶基板及び前記Ga N単結晶層にそれぞれ形成される電極と、より成るGa N系素子。

【請求項14】前記シリコン単結晶基板は、Si {111}基板であることを特徴とする請求項12又は13に記載のGa N系素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、青色発光ダイオード(LED)やレーザダイオード(LD)に用いられるGa N系素子用基板及びその製造方法及びGa N系素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】Ga N系化合物半導体、例えば窒化ガリウム(GaN)、窒化インジウムガリウム(InGa N)、窒化ガリウムアルミニウム(GaAlN)等は、青色発光ダイオード(LED)やレーザダイオード(LD)用として脚光を浴びている。

【0003】又、このGa N系化合物半導体は、耐熱性や耐環境性が良いので光素子以外の電子デバイス用素子に適用するための開発も行われている。

【0004】ところで、Ga N系化合物半導体は、バルク結晶成長が難しく、実用化に耐えるGa N基板は、未

だ得られていない。現在、広く実用化されているGa<sub>2</sub>N成長用の基板は、サファイヤが用いられている。単結晶サファイヤ基板の上に、例えば、有機金属気相成長法(MOVPE法)でGa<sub>2</sub>Nをエピタキシャル成長させる方法が一般的である。

【0005】サファイヤ基板は、Ga<sub>2</sub>Nと格子定数が異なるので、サファイヤ基板上に直接Ga<sub>2</sub>Nを成長させたのでは単結晶膜を成長させることはできない。

【0006】このための対策として、特開昭63-188983号公報に開示されているようにサファイヤ基板上に一旦低温でAlNやGa<sub>2</sub>Nのバッファ層を成長させ、このバッファ層で格子の歪みを緩和させてから、このバッファ層上にGa<sub>2</sub>Nを成長させる方法が知られている。

【0007】しかしながら、上述したように、低温成長のバッファ層で格子の歪みを緩和させる方法であっても厳密には、サファイヤ基板とGa<sub>2</sub>Nとの格子定数のずれは如何ともし難く、Ga<sub>2</sub>Nに欠陥部分を生じ製品としてのGa<sub>2</sub>N系レーザダイオード(LD)に障害をもたらすことがある。

【0008】又、サファイヤ基板は、絶縁性であるためGa<sub>2</sub>N系素子を製作する場合、基板裏面側に電極を取り付けることができない。このため、例えば青色LEDでは、Ga<sub>2</sub>N結晶表面からサファイヤ基板に近いGa<sub>2</sub>N層まで掘り下げて、そこに電極を設けている。

【0009】しかしながら、サファイヤ基板の表面側にp側電極とn側電極との2つの電極を設けなければならず、電極面積を確保するのに難がある。又、光を取り出すのに2つの電極が位置的に邪魔になるなどの問題が指摘されていた。

【0010】更に、サファイヤ基板には、劈開性がないため、Ga<sub>2</sub>N系素子のチップ化が難しい。レーザダイオード(LD)を製作する際に、劈開による共振器の製作が困難である、等の問題がある。

【0011】上述の事情に対応して、サファイヤ基板に代えて、砒化ガリウム(GaAs)、シリコン(Si)、三酸化ネオジム・ガリウムNdGaO<sub>3</sub>(NGO)などの基板が検討され、これらの基板に対しても、低温でAlNやGa<sub>2</sub>Nのバッファ層を成長させ、その上にGa<sub>2</sub>Nを成長させる方法が採られている。

【0012】しかしながら、依然として格子定数差の問題や、成長するGa<sub>2</sub>Nの結晶形制御の問題が解決せず、実用化されていない。

【0013】次に、具体的な従来例について説明する。

【0014】直径2インチのサファイヤc面基板上に、減圧(0.1atm)MOVPE法でアンドープGa<sub>2</sub>N結晶を成長させた。基板温度を550℃に設定した後、トリメチルアルミニウム(TMA)とアンモニア(NH<sub>3</sub>)を原料としてAlNバッファ層を500オングストローム成長させる。

【0015】その後、基板温度を900℃まで昇温し、トリメチルガリウム(TM<sub>G</sub>)とアンモニア(NH<sub>3</sub>)を原料としてGa<sub>2</sub>N層を2μm成長させた。

【0016】この従来例では、成長した結晶の4結晶X線ロックアップカーブの半値幅は、350arcsecであり、TEM観察によるGa<sub>2</sub>N結晶中の転移密度は、8~11×10<sup>8</sup>cm<sup>-2</sup>であった。

【0017】更に、具体的な他の従来例について図2を参照して以下に説明する。

10 【0018】サファイヤ基板を用いたGa<sub>2</sub>N系青色LEDを製作した例であり、直径2インチのサファイヤc面基板11上に、減圧(0.1atm)MOVPE法で次のような結晶成長を行った。

【0019】原料は、トリメチルアルミニウム(TM<sub>A</sub>)、トリメチルガリウム(TM<sub>G</sub>)、トリメチルインジウム(TM<sub>I</sub>)及びアンモニア(NH<sub>3</sub>)が用いられる。

【0020】ドーバントは、ジシラン(Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、ジエチル亜鉛(DEZ)、ビスシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp<sub>2</sub>Mg)が用いられる。

20 【0021】サファイヤc面基板11の基板温度を550℃に設定し、AlNバッファ層10を500オングストローム成長させる。その後、基板温度を1000℃まで昇温し、Siドーブn型Ga<sub>2</sub>N層6を4μm成長させ、引き続きSiドーブn型AlGa<sub>2</sub>N層5を0.1μm成長させた。

【0022】次いで、基板温度を700℃まで下げ、ZnドーブInGa<sub>2</sub>N層4を500オングストローム成長させ、再度、基板温度を1000℃に戻し、Mgドーブp型AlGa<sub>2</sub>N層3を0.1μm成長させ、その上にMgドーブp型Ga<sub>2</sub>N層2を0.2μm成長させた。

30 【0023】上述のような構成におけるp層を低抵抗化させるため、窒素雰囲気中で700℃で1時間の熱処理を施し、最終的に図2に示すようなサファイヤ基板を用いたGa<sub>2</sub>N系青色LEDが製作された。

【0024】この他の従来例では、基板に絶縁性のサファイヤを用いているので、n側電極をこの基板の裏面には設けることができない。このため、図2に示すように気相エッチング(RIE)装置でGa<sub>2</sub>N結晶の一部をn型Ga<sub>2</sub>N層6が露出するまでエッチングし、露出されたn型Ga<sub>2</sub>N層6の上にn側電極9を形成した。

40 【0025】又、この他の従来例で発光ダイオード(LED)をチップとするため、基板の裏側からダイシングソーで切り溝を作り分割すると、切り溝以外の部分で割れが生ずることが多く、チップの歩留まりは40%にも満たなかった。

【0026】得られたチップをシステムに搭載し、通電したところ発光波長450nmの青色発光が観察された。この時の発光出力は、20mA通電時で1.5mWであった。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、上述した現状に鑑み、基板を導電性とし、高品質なGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系結晶を成長させることができ、構成上、基板の裏面及び表面のそれぞれにn型及びp型の電極を設けることができ、電極の配置が要する面積及び光の取り出しに支障を来すことがなく、更に、劈開性に優れGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子のチップ化が容易であり、特にGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系レーザダイオード(LED)では、発光効率、光の取り出し効率の向上が図れるGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子用基板及びその製造方法及びGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子

【0028】

【課題を解決しようとする手段】上記目的を達成するため、この発明のGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子用基板は、シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された金属アルミニウム単結晶層と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長したAl<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>N (但し0≤x<1, 0≤y<1, 0≤(x+y)<1)で表される単結晶層と、より構成される。

【0029】又、この発明のGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子用基板の製造方法は、シリコン単結晶基板上に金属アルミニウム単結晶層を堆積する工程と、前記堆積された金属アルミニウム単結晶層を400℃以上であって前記金属アルミニウム単結晶層が融解しない温度の範囲内で加熱する工程と、前記加熱工程後に前記金属アルミニウム単結晶層の表面を窒化する工程と、より成る。

【0030】更に、この発明のGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子は、シリコン単結晶基板と、前記シリコン単結晶基板上に堆積された金属アルミニウム単結晶層と、前記金属アルミニウム単結晶層上に成長したAl<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>(1-x-y)</sub>N (但し0≤x<1, 0≤y<1, 0≤(x+y)<1)で表される単結晶層と、前記シリコン単結晶基板及び前記Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>単結晶層にそれぞれ形成される電極と、より構成される。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0032】第1の実施の形態として、直径2インチのSi{111}基板上に蒸着装置で金属Al膜を500オングストローム堆積させ、MOVPE装置にセットする。この金属Al膜上に、0.1atmの減圧下でアンダーp-GaN結晶を成長させた。

【0033】具体的には、金属Al膜を堆積したSi基板を窒素雰囲気中で、500℃で5分間保持した後、基板温度を600℃にした雰囲気中にアンモニア(NH<sub>3</sub>)を流し、10分間、Al表面を窒化させた。

【0034】更に、その後、基板温度を900℃まで昇温し、トリメチルガリウム(TM<sub>G</sub>)とアンモニア(NH<sub>3</sub>)を原料としてGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層を2μm成長させた。

【0035】上述した本発明の第1の実施の形態では、

成長した結晶の4結晶X線ロッキングカーブの半値幅は、120arcsecであり、TEM観察によるGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>結晶中の転移密度は、4~6×10<sup>6</sup>cm<sup>-3</sup>であった。

【0036】本発明の第2の実施の形態として、Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子としてのGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系青色LEDを製作する例について図1を参照して説明する。

【0037】従来との比較をするため、製作に使用する装置、原料及びドーパントは、他の従来例で説明したものと同一のものをを用い、その説明は省略する。

【0038】使用した基板8は、直径2インチのSi{111}基板であり、pドーパn型で、キャリア濃度は、5×10<sup>18</sup>cm<sup>-3</sup>である。

【0039】この基板をMOVPE装置セットし、基板温度を550℃に保持して、トリメチルアルミニウム(TMA)だけを供給する。このため、トリメチルアルミニウム(TMA)がSi基板8上で熱分解して、Al単結晶薄膜7が成長する。

【0040】Al単結晶薄膜7が、400オングストロームの厚さに成長したところでトリメチルアルミニウム(TMA)の供給を止め、次いでアンモニア(NH<sub>3</sub>)を供給し、Al単結晶薄膜7の表面を10分間窒化処理する。

【0041】その後、基板温度を1000℃まで上げ、Siドーパn型Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層6を4μm成長させ、引き続きSiドーパn型AlGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層5を0.1μm成長させた。

【0042】次いで、基板温度を700℃まで下げ、ZnドーパInGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層4を500オングストローム成長させ、再度、基板温度を1000℃に戻し、Mgドーパp型AlGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層3を0.1μm成長させ、その上にMgドーパp型Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層2を0.2μm成長させた。

【0043】Mgドーパp型Ga<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>層2の上にはp側電極1が設けられ、Si基板8の裏面には、n側電極9が設けられる。

【0044】上述のような構成におけるp層を低抵抗化させるため、窒素雰囲気中で700℃で1時間の熱処理を施し、最終的に図1に示すようなSi基板を用いたGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系素子、例えばGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系青色LEDが製作された。

【0045】上述のようにして得られたチップをシステムに搭載し、通電したところ発光波長450nmの青色発光が観察された。その時の発光出力は20mA通電時に2.2mWであった。

【0046】上述の第1及び第2の実施形態によれば、高品質なGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系結晶を成長させることができ、導電性基板としてSi基板を用いているため、Si基板の裏面及び表面のそれぞれにn型及びp型の電極を設けることができ、電極の配置が要する面積及び光の取り出しに支障を来すことがなく、製造工程上も従来の電極を設けるためのRIEによるGa<sub>0.9</sub>N<sub>0.1</sub>系結晶のエッチング作業が不要となる。

【0047】又、電極を作るためのフォトリソグラフィ工程が大幅に簡略化できる。更に、Si基板の裏側からダイシングソーで切り溝を入れて分割しても、切り溝以外のところで割れることはなかった。このため、チップの歩留まりは、90%以上の高率となった。

【0048】尚、上述の第1及び第2の実施形態によれば、金属Al膜、又はAl単結晶薄膜を加熱する温度を500℃、又は550℃としたが、単相のAlが得られ、その上にGaNを成長させたときに、良好な結晶性が確保できる400℃以上で、且つAl膜が融解しない温度の範囲内であれば良い。

【0049】従って、Alの融点660℃以上であっても、Alと基板のSiとが固相反応を起こして合金化し融解しない場合には800℃で加熱しても構わない。このように、Al膜が融解しない温度は、Al膜の厚さや、堆積条件によって決まるので特定されない。

【0050】又、上述の第1及び第2の実施の形態によれば、窒化処理したAl膜の表面にGaN層を成長させたが、この窒化処理したAl膜の表面に低温でAlNやGaN層を成長させた後、その上にGaN層を成長させても良い。このバッファ層で格子の歪みを緩和させることができる。

【0051】又、上述の製造方法の実施の形態においては、Al膜の表面を窒化処理する工程を採用したが、Al膜の表面をあえて窒化処理しなくともGaNを成長させるために流すN原料とAlとの反応とによって、Al膜の表面が自然と窒化されることがあるので、強制的に窒化処理することなく、その工程を省くこともできる。

【0052】尚、上述の実施の形態は、GaN系素子、例えばGaN系青色LEDについて説明したが、レーザダイオード(LD)や受光素子、又はGaN系材料の耐熱性、耐環境性、その他物性を活かした電子デバイス用素子や、SAWフィルタ等、GaN系材料を用いる素子に広く用いることができる。

【0053】

【発明の効果】上述した本発明のGaN系素子用基板及びその製造方法及びGaN系素子によれば、基板にSi半導体結晶を用いているため、従来のサファイア基板で

はできなかった裏面電極を設けることができる。これにより、GaN系素子の製作が容易になるばかりでなく、構造設計に裕度生まれる。又、裏面電極の採用が可能になることからGaN系素子を作成した時に、光取り出し面を高率良く設けることができ、発光素子の輝度向上が図れる。

【0054】GaN結晶の結晶性が向上し、欠陥密度が減ることから、GaN系素子の特性が向上する。発光ダイオード(LED)では輝度が向上し、レーザダイオード(LD)では、寿命が延び、信頼性が増す。

【0055】又、サファイア基板では、困難であった基板の機械加工が容易となり、素子のチップ化歩留まりが向上する。特に、結晶の劈開が可能となることから、レーザダイオード(LD)の共振器の作成が容易となる。

【0056】又、Si基板は、サファイア基板に比べて安価であることから、素子作成のプロセスの簡略化の効果と合せて、GaN系素子の製造コストを低減できる。

【0057】更に、全ての材料、装置が従来のGaN系結晶の製造プロセスと同一のものを使用できるので、経済的効果が高く、高品質なGaN系結晶に基づくGaN系素子用基板及びその製造方法、及びGaN系素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

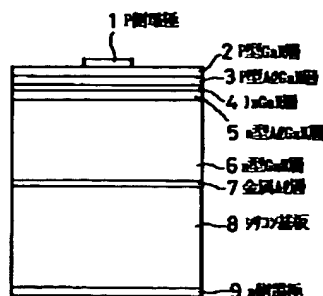
【図1】本発明の一実施の形態を示すGaN系青色発光ダイオード(LED)の概略断面図。

【図2】従来のGaN系青色発光ダイオード(LED)の概略断面図。

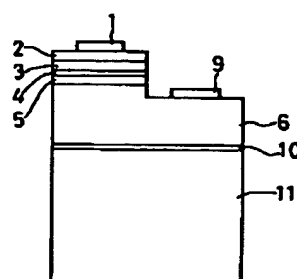
【符号の説明】

- 1 p側電極
- 2 p型GaN層
- 3 p型AlGaN層
- 4 InGaN層
- 5 n型AlGaN層
- 6 n型GaN層
- 7 金属Al層
- 8 シリコン基板
- 9 n側電極

【図1】



【図2】



PAT-NO: JP410107317A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10107317 A

TITLE: GAN ELEMENT SUBSTRATE, ITS  
MANUFACTURING METHOD AND GAN  
ELEMENT

PUBN-DATE: April 24, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIBATA, MASATOMO

FURUYA, TAKASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI CABLE LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08256229

APPL-DATE: September 27, 1996

INT-CL (IPC): H01L033/00, H01S003/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve light-emitting efficiency and light-fetching efficiency by constituting a substrate using a single crystal layer, which is expressed as  $\text{Al}_{1-x-y}\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  (where,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq (x+y) < 1$ ) and is grown on a metal aluminum single crystal layer.

SOLUTION: The surface of an Al single crystal thin film is nitrided, an Si

doped n type GaN layer 6 is grown, and an Si doped n type AlGaIn layer 5 is grown. Then, a Zn-doped InGaIn layer 4 is grown, then an Mg-doped p-type AlGaIn layer 3 is grown again, and an Mg doped p-type GaN layer 2 is grown on the layer 3. At that time, the layer is a single crystal layer expressed as  $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  (where,  $0 \leq x < 1$ ,  $0 \leq y < 1$ ,  $0 \leq (x+y) < 1$ ). Thus, a high quality GaN crystal is grown, and since an Si substrate is used as a conductive substrate, n-type and p-type electrodes 1 and 9 can be provided on the Si substrate, and light-emitting efficiency and light-etching efficiency are improved.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO